中華農業研究（Jour. Agric. Res. China）33(3)：247～256（1984）

大豆植株營養要素之累積與分佈

I．全生育期非構造性碳水化合物與氮素濃度之變化[1]

王強生　魏夢麗　劉大江[2]

摘要：本試驗以高雄３號（Kaohsiung No. 3）與十石（Shih-Shih）二大豆品種爲材料，測定重要生育期植株各部位（葉片、葉柄、莖桿、根、莢果壁與種子）非構造性碳水化合物（TNC）與氮素濃度，探討春（1982）、夏（1981）作大豆由於此二重要營養要素濃度之變化所代表之生理意義及與產量之關係。試驗結果顯示春作大豆營養器官於種子迅速充實期前均有較高的TNC濃度，而於種子迅速充實後大幅下降，成熟時各部位TNC濃度反較夏作低，顯示春作大豆對營養器官所貯存TNC的依賴程度較大，可能是因爲春作大豆葉片較早老化、脫落而導致現階段光合生產不足，TNC之供給成爲產量的限制因子。

除葉柄外，春作各營養器官亦有較高N濃度，尤以營養生長期之差異較大。與TNC相同，各營養器官N濃度在種子充實期有大幅下降及N素再轉移現象存在。對老化即將脫落的葉片進行分析發現，夏作N素濃度皆在 2.5%以上，春作更高達3.5%，顯示葉片內大量的N素無法充分轉移至種子，而此時TNC濃度已低於５%，無助於維持葉片生理活性，因而首先提出假說，認爲除 TNC 外，可能尙有其他未知因子誘使葉片提早老化，並阻礙N素之轉移而降低種子產量。同一期作二品種之TNC及N素濃度變化頗一爲致，而期作間差異則大，顯示兩項營養要素之累積與分佈易受環境因子之影響。

非構造性碳水化合物（total non-structural carbohydrates, TNC）又稱爲有效性碳水化合物，可直接參與代謝轉移、貯藏及構成組織等作用，對絕大多數的作物而言，TNC 更是植株生長和發育的主要能量來源。Terman[25] 認爲大豆在生殖生長過程中，TNC供源與 TNC 積儲間之相互作用直接影響各種代謝反應及種子產量；Dunphy and Hanway[7] 指出大豆於種子充實期，莖桿和葉柄TNC濃度顯著下降，TNC之供給成爲產量限制因子。Huang *et al.*[12] 發現 R６ 期，大豆根部及根瘤TNC濃度降低，固氮能力亦顯著下降，可能是TNC之生產與供給受到限制所致，Kawai and Kumagawa[14] 亦指出大豆根部TNC濃度和固氮能力及根瘤形成（nodulation）有密切關係。

大豆種子含大量蛋白質（33.1～49.2%）[13]，故對N素之需求極大。Sinclair and de Wit[19] 指出大豆需要大量氮素以供種子充實之需，如果氮素供應不足，則植株營養器官所貯存的氮素會轉移至發育中的種子，而葉片氮素向外轉移又可能促使葉片提早老化[19]。Boote *et al.*[4] 指出大豆葉片氮素濃度和光合作用能力成正相關(r＝0.87)，當氮濃度自 4.5% 降至 1.75 %時，葉片光合速率由 1.11 mg/m^2・sec 降至 0.28 mg/m^2・sec；此外Sesay and Shibles[17] 及Wittenbach *et al.*[28] 亦發現大豆葉片氮素濃度及光合能力有密切關係存在。Lugg and Sinclair[15] 更指出葉片可以貯存較多氮素的大豆品種，可以維持較高光合速率，但是Welch *et al.*[27], Brevedan *et al.*[5] 及Sorenson and Penas[21] 等發現增施氮肥並不一定提高大豆產量，顯然大豆體內氮素同化作用及產量間的關係

1.臺灣省農業試驗所 研究報告第 1165 號。本文係第一作者在中興大學糧食作物研究所碩士論文之一部份。

2.分別爲本所農藝系助理研究員、助理與研究員兼系主任。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。

並不單純。

本研究室對大豆全生育期乾物質累積的試驗結果顯示，春、夏作大豆產量之差異主要在於乾物質生產與分配效率之高低[1]。因此進一步測定不同期作大豆全生育期植株各部位 TNC與N素之濃度，比較期作間此二營養要素濃度變化之差異，探討其生理意義及與產量之關係，並試由植株營養狀況說明最終產量差異之原因。

材料與方法

試驗採用本省現行推廣大豆品種十石(Shih-Shih, SS)及高雄3號 (Kaohsiung No. 3, KS-3)為材料，夏作係於民國70年8月3日，春作於71年2月8日播種於臺中縣霧峰鄉臺灣省農業試驗所試驗田，試驗採用逢機完全區集設計(RCBD)，小區面積 6×3 m^2，重複6次。田間管理及取樣方法如前文[1]所述，大豆生育期係依 Fehr and Caviness[10] 之方法鑑定，自田間取得之樣品區分為葉片、葉柄、莖桿、根、莢果壁及種子等六部位，置於送風乾燥箱以 80°C 烘乾 48 小時，稱取乾重後以 Willey mill經40目 (mesh) 篩網磨粉，而種子係以 Phillips HR-2170 磨粉機磨成粉狀；磨粉後之樣品盛於PE塑膠瓶，再以80°C 烘乾24小時後，以內、外蓋封口，置於塑膠袋內密封，供各項營養分析之用。

非構造性碳水化合物 (TNC) 仿 Smith[20] 法分析；係秤取適量樣品，以 0.5% takadiastase ("Clarase 40,000", Miles Laboratories Inc. U. S. A.)於40°C水解44小時，再 以Shaeffer-Somogyi copperiodometric titration method定量，本法曾經預備試驗以標準樣品對大豆樣品進行分析，證實確具精確性。

N素係以Semi-micro Kjeldahl方法測定。

上述二項化學測定均以每一重複為一樣品，6重複合計為6個樣品，每一樣品均分析兩次。

結　　果

生育期間葉片TNC濃度變化趨勢呈期作性差異(圖 1A)，同一期作之二品種大致有相同的變化模式；夏作二品種TNC先由 V3 期的高濃度(高雄3號為11.6%，十石為15.1%)下降至 V 5 期的 3 %左右，當植株進入生殖生長時TNC濃度迅速升高，二品種分別在 R1 及R4 達到全生育期最高濃度(高雄3號為 15.1%，十石為 17.3%)，而後便逐漸下降。春作高雄3號與十石二品種除 V3 期外，其他生育期TNC濃度呈相同變化模式，皆在生殖生長期有二高峰，高雄3 號出現在 R1 及 R4 期，其濃度分別為13.8%與12.1%，自 R4 期後TNC濃度迅速下降，十石品種二高峰在 R1 期(20.5%)及 R5 期 (20.5%)，均較高雄3號高出甚多。繼由圖知生殖生長期，尤其自種子發育開始 (R4 期後)，大豆葉片TNC濃度迅速下降，春作下降較夏作更早。比較二期作葉片在全生育期最高 TNC濃度與成熟時葉片TNC濃度之差異發現，春作高雄3號由 R4 期的12.1%降至 R8 期的 2.7%，下降幅度為9.4%，而十石由R1 期之 20.5% 降至 R8 期的 2.7%，降幅為 17.8%；夏作高雄3號及十石之降幅分別為 7.2% (11.2%～4.7%)及 7.9% (17.3%～9.4%)，春作葉片TNC濃度下降幅度遠較夏作大。

葉柄TNC濃度變化如圖1B，春作二品種之濃度自初期迅速上升，高雄3號及十石分別於 R4 與 R5 達最高濃度，各為21.8%及 35.4%，而後迅速下降至 3 % 左右，二品種變化趨勢幾近相同。夏作葉柄TNC濃度較低，皆在 13% 以下，且隨生育期呈下降趨勢。由最高濃度與收穫期最低濃度比較發現，高雄3號春作葉柄TNC濃度之下降幅度為 18.7% (21.8%～3.1%)，而夏作僅有 7.0% ；十石品種春作之降幅為32.5% (35.4%～2.9%)，而夏作僅6.1%，差距更大。

由圖1C得知春作二品種莖桿TNC濃度之變化趨勢相同，由 V3 期之低濃度逐漸上升，高雄3號於 R4 期，十石於 R5 期達最高濃度依次為 13.2%及 18.1%，而後迅速下降，夏作二品種之變化趨勢並不一致，高雄3號於 R1 期達最高濃度 11.0%，R1期以後除R5期略有回升外，均呈逐漸下降趨勢；十石

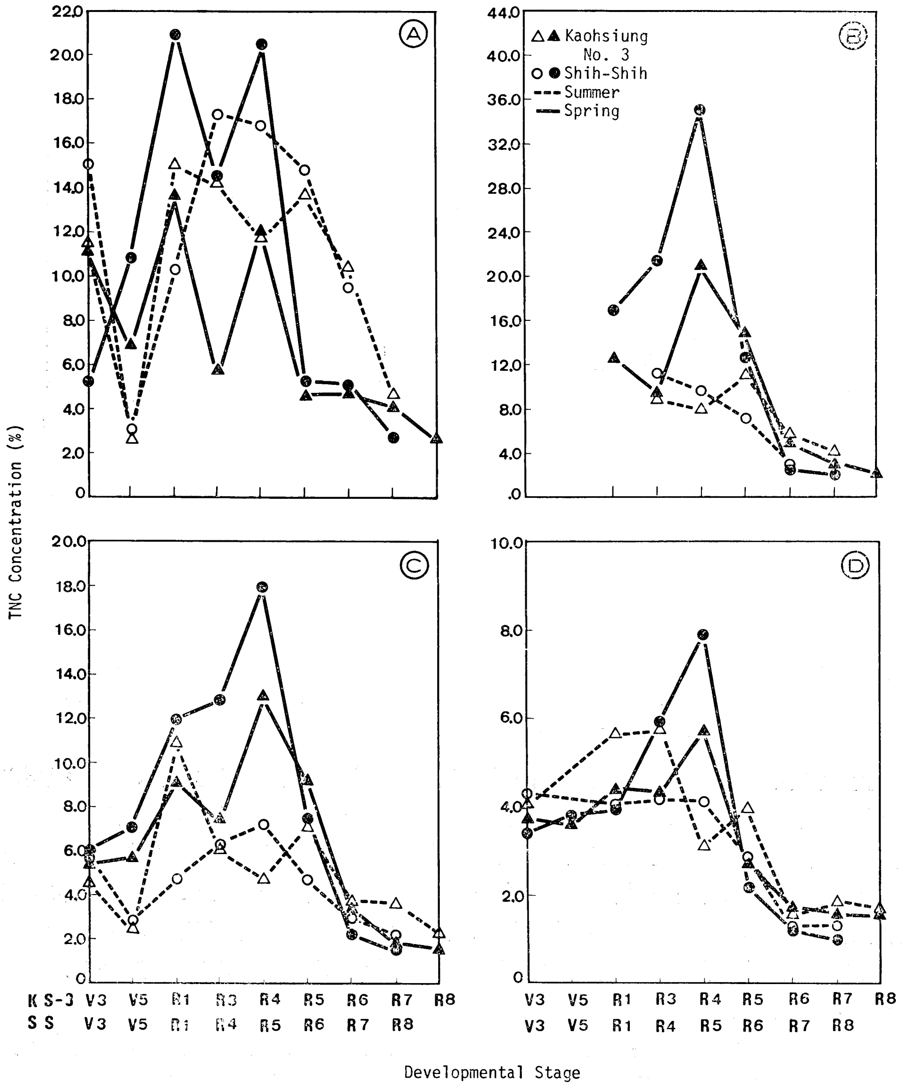

Fig. 1. Changes of TNC concentration of (A) leaf blade, (B) petiole, (C) stem and (D) root of soybean plants at successive developmental stages in the summer (1981) and spring (1982) crop seasons.

品種莖桿TNC濃度自 V5 期逐漸升高，於R5 期達最高濃度（7.2%），然後逐漸下降。比較期作差異發現春作TNC 濃度較高，至成熟時下降迅速，濃度反較夏作爲低；高雄 3 號春作之降幅爲 11.3%，而夏作降幅僅有 4.8%；十石品種春作下降幅度爲 16.3%，亦高於夏作的 5.0%。

根部TNC濃度之變化期作間亦相類似(圖 1 D)，春作TNC 濃度逐漸上升，高雄 3 號和十石分別於 R4 及 R5期達最高濃度(5.7% 及7.9%)，然後迅速下降。夏作十石品種在 R5 期以前均維持於 4 %左右，而後下降；而高雄 3 號之濃度先逐漸上升於 R3 達最大值5.7%，R3期後亦呈現下降趨勢。

由圖 2 A得知莢果壁 TNC 濃度皆自初期高濃度逐漸下降，至成熟期略有回升現象。二品種夏作濃度均較春作高，與上述營養器官葉片、葉柄、莖桿及根等之結果截然不同。

種子TNC濃度之變化，期作間或品種間並無一致趨勢（圖 2 B），但略有自種子最初形成時之較高濃度降至收穫時之低濃度之現象，成熟種子內約含有10—12%的TNC。

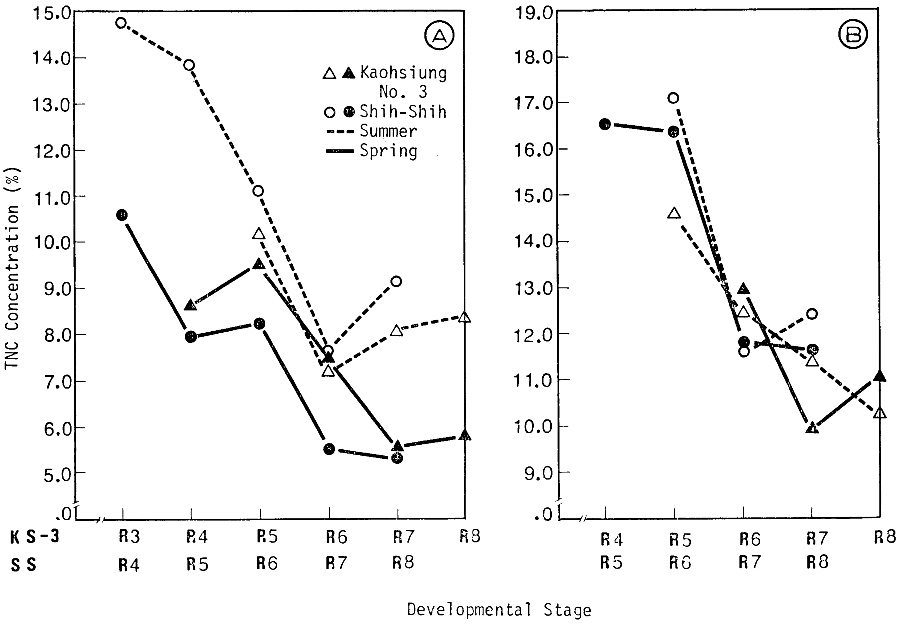

Fig. 2. Changes of TNC concentration of (A) pod wall and (B) seed of soybean plants at successive reproductive growth stages in the summer (1981) and spring (1982) crop seasons.

大豆營養器官中以葉片的 N素濃度最高，在生育各期呈近似起伏的變化 (圖3A) ，春作二品種的變化趨勢較爲一致，皆在 V3期具有全生育期最高的N濃度(4.6—5.2%) 隨後下降，R1 時均低於4%，但豆莢發育期 (R3-R4) 又行回升，而後隨種子充實而濃度下降，尤以高雄3號的表現較明顯；對脫落前之春作大豆葉片進行分析，發現高雄3號N濃度爲 3.6%，十石爲3.7%。夏作二品種葉片皆於 V5 期有最高N濃度，十石爲4.6%，高雄爲4.5%，而後二品種N濃度除高雄3號於 R4 期略有回升外皆隨種子充實而呈持續下降，成熟時之葉片N濃度均低於2.5% 。比較二期作葉片之N濃度，春作遠較夏作爲高，其中又以老化即將脫落的葉片差異最大。

葉柄N素濃度的變化期作間呈明顯差異 (圖3B) ，春作大豆在生殖生長初期，即高雄3號於 R3期，十石於 R4 期有最高N濃度 (1.25—0.99%) ，而後下降，種子開始充實時又略爲上升，而後又逐漸下降。夏作二品種葉柄N濃度皆在 R5 期達最高濃度 (1.5—1.7%) ，而於種子充實期直線下降。無論春、夏作，二品種成熟期葉柄N濃度均低於0.75%。

莖桿N素濃度在 V3 期春作遠高於夏作(圖 3C)，於 R1 前呈下降趨勢，而後濃度逐漸升高，夏作高雄3號於 R4 達最高濃度 1.7% ，十石於 R5 亦達最高濃度 1.6% ；春作十石品種莖桿N濃度自 R4期便逐漸下降，高雄3號略晚自 R5始呈下降現象，但下降較爲迅速。成熟時莖桿N素濃度皆在0.5%左右，二期作中以夏作略高。

根部N濃度在同一期作有相同的變化趨勢 (圖3D) ；春作高雄3號在 R3 前，十石於 R6 前之根部N素濃度均較夏作高，且在全生育期內呈持續的下降。夏作二品種 N濃度變化與春作相反，於種子充實前 (V3-R5) 呈緩慢上升，於R5達最高濃度 (1.5%) ，而後逐漸下降。二期作各品種成熟期根部N濃度皆低於1%，且以春作較低。

自豆莢形成後，莢果壁N素濃度即持續下降 (圖4A) ，夏作高雄3號自 3.5%降至 0.6%，降幅爲2.9% ，十石自3.6%下降至0.6%降幅爲3.0% ；春作高雄3號降幅爲 2.7% (3.5—0.8%) 而十石爲3.7% (4.2—0.5%) 。

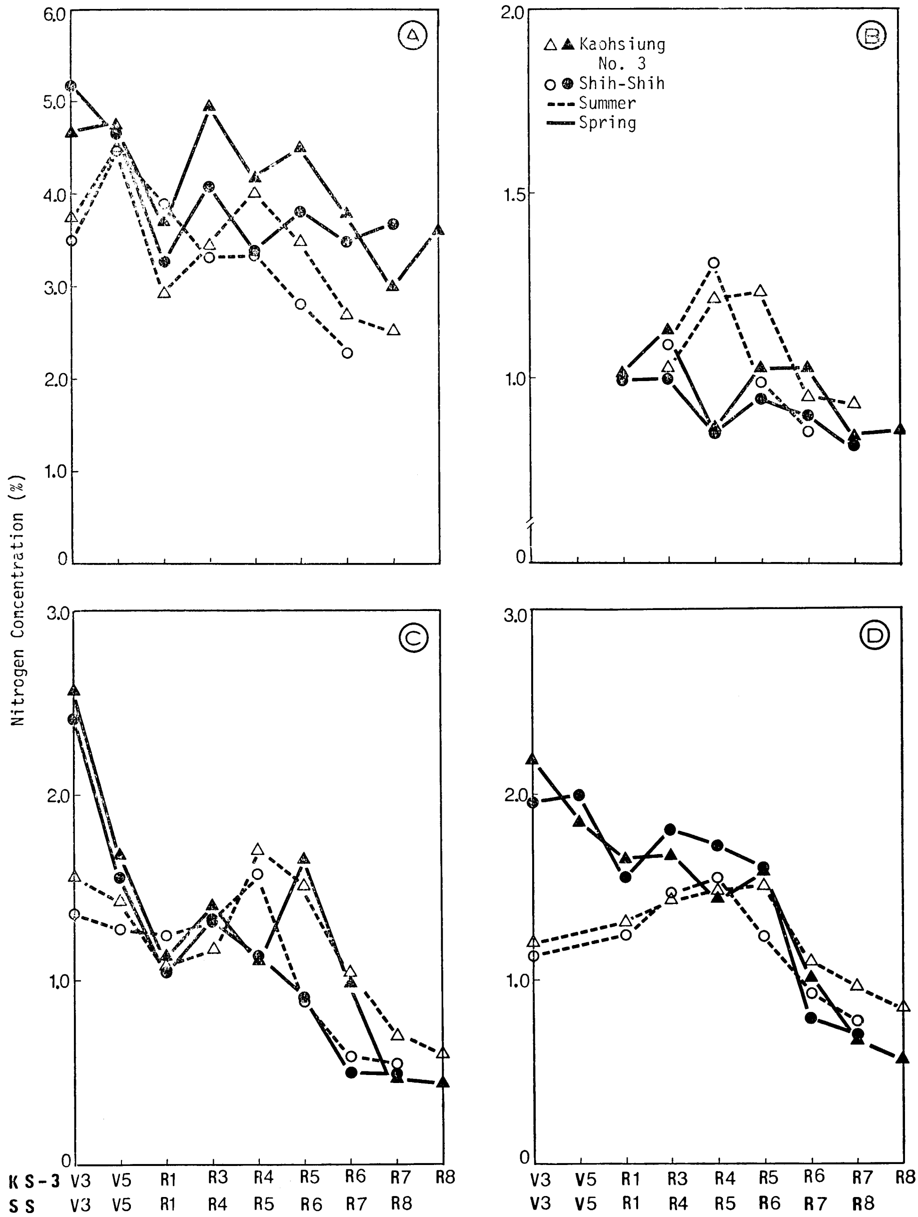

Fig. 3. Changes of N concentration of (A) leaf blade, (B) petiole, (C) stem and (D) root of soybean plants at successive developmental stages in the summer (1981) and spring (1982) crop seasons.

種子爲全株含N濃度最高之部位 (5.5—6.8%) ，種子發育過程 N濃度並無一致的變化趨勢（圖4B) ，但同一品種在不同期作有相同趨勢，二期作中以春作種子N素濃度較高。

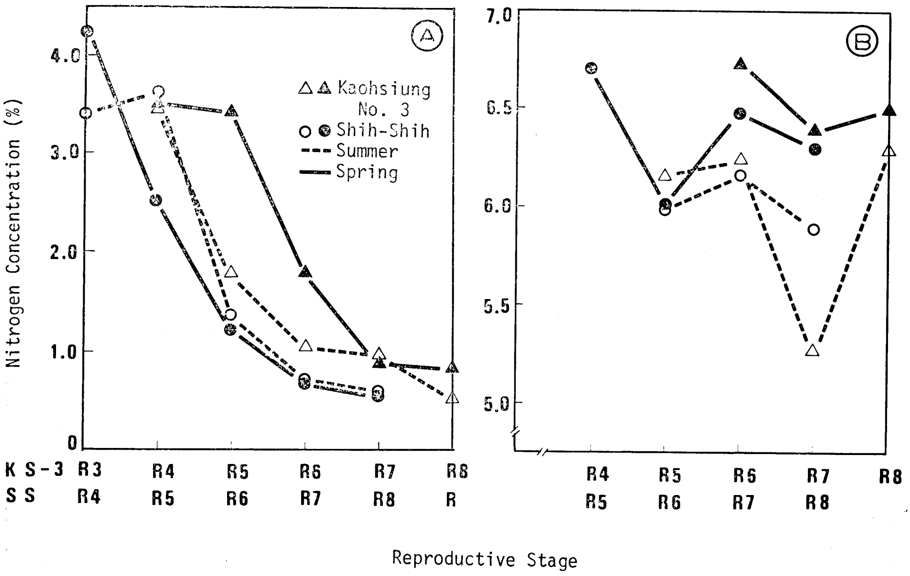

Fig. 4. Changes of N concentration of (A) pod wall and (B) seed of soybean plants at successive reproductive growth stages in the summer (1981) and spring (1982) crop seasons.

討　　論

大豆葉片TNC濃度的變化，除春作十石品種外，皆自生育初期 V3 期之較高濃度 (11—15%) 降至 V5 期之 3 ～ 7 %，而後又於 R1 期上升至10～15%，此一趨勢與 Huang *et al.*[10] 之結果相似。二品種自種子充實期 (R5) 後，葉片TNC濃度均明顯下降，此與Egli *et al.*[9] 之試驗有相同結果，且降低幅度皆以春作較高，可能是TNC自葉片再轉移至種子所致，Stephenson and Wilson[22] 亦認爲大豆在生長後期，TNC 可直接由葉片轉移至莢果，顯示葉片爲種子所需 TNC 的一項供源。此外 Dunphy and Hanway[7] 更指出種子充實期葉片中TNC能否轉移至莢果爲決定產量的重要因子。春作降幅大，推測是因爲春作葉片老化，脫落較夏作爲早[1]， 導致光合成能力降低，加之春作之溫度隨生育期而升高促使呼吸及消耗增加。

TNC 濃度降低幅度的大小可能無法用以說明或比較春、夏作大豆葉片供源能力的大小，因爲春作濃度降幅雖大，但種子產量偏低，其老化即將脫落的葉片 TNC 濃度已低至 3 %以下，但N素濃度却高達3.5左右，此顯示葉片N素的再轉移無法順利進行，葉片內 TNC濃度大幅下降可能是受老化的直接影響。

生殖生長初期葉柄與莖桿的TNC濃度均以春作爲高，而後期之下降亦以春作較爲明顯，Streeter and Jeffers[24] 指出葉柄與莖桿具有暫時貯存 TNC，而於種子充實期間再行轉移的功能。由於春作葉柄及莖桿有較大乾物累積[1]，此顯示春作大豆葉柄及莖桿可以提供種子較多量的再轉移 TNC；然而Dunphy and Hanway[7] 指出種子充實期葉柄與莖桿TNC濃度的顯著下降可能是光合成物質生產不足，而成爲產量的限制因子；因此，莖桿與葉柄 TNC 濃度於種子充實期大幅下降雖可以提供種子充實之需，然而 TNC 濃度若下降太早、太迅速或下降至太低的水準，可能導致植株生理活性衰退，限制大豆種子後期充實；惟此一莖桿或葉柄所應維持的臨界濃度爲何，仍有待進一步研究。

根部TNC濃度的變化趨勢與葉柄及莖桿相近，R5期以後亦大幅下降，除表示此一期間種子TNC可能自根部轉移而來[12]之外，種子的積儲需求 (sink demand) 最大，限制葉片生產的 TNC 轉移

至根部，Stephenson and Wilson[22] 亦曾證明種子充實階段，植株營養器官轉移至根部的碳水化合物之量極少。

莢果壁在豆莢最初形成時含有高濃度的 TNC，而於種子迅速充實期（R5-R6）大幅下降，顯示莢果壁亦具有暫時貯存TNC而再轉移至種子的功能，與Crookston *et al.*[6] 及 Thorne[26] 之試驗結果相同。種子TNC濃度由初期（R5）的高濃度，隨著種子的成熟而逐漸下降，可能原因爲隨著種子成熟，大量TNC被用以做爲合成種子蛋白質的碳架（carbon skeleton），以及合成過程的能量消耗。

比較期作間各部位 TNC 濃度變化發現，春作大豆營養器官於種子迅速充實期開始前均有較高的TNC濃度，而後大幅下降，且成熟時各部位之 TNC濃度反較夏作爲低，顯示春作大豆於種子充實期對營養器官所貯存的 TNC之依賴程度大。此外由於春作葉片提早老化，脫落及低日射量[1]之影響而導致現階段光合生產不足，TNC供應成爲產量的限制因子之一。夏作各部位 TNC濃度於種子充實期下降幅度較小，且成熟期仍有較高的TNC濃度，可能其 TNC供需平衡情形較春作爲佳。再就各部位TNC變化模式而言期作之變化較品種之變化更爲一致，顯示TNC濃度變化受環境因子的影響較大。

春作葉片 N濃度較夏作高，且種子充實期濃度下降幅度較夏作小，即將脫落的葉片內仍有極高的N濃度（3.6%以上），而夏作亦在2.3%以上，雖與Huang *et al.*[11] 在臺中地區之試驗結果相符，但均遠較Streeter[23], Boon-Long[3] 及Zeiher *et al.*[29] 之結果（0.9—1.1%）高出2至3倍，是否因爲本省氣候、環境或其他因子影響使得葉片中的N素無法向外轉移，另外 N素與產量的關係如何，均爲值得探討的問題。春作大豆在生育後期葉片變黃，提早脫落，但仍有極高的N素濃度，顯然此一期間之 N 素濃度不可做爲葉片生理活性之指標，本試驗雖未分析N素之組成（composition），但推測老化葉片蛋白質含量可能較低，由於葉片老化的結果，促使N素轉移能力降低，無法充份供應種子發育之需，再依據Sinclair and de Wit[19] 關於種子充實期氮素需要量（nitrogen requirement for seed development）之假說，N素應有可能對產量造成重大影響。

莖桿與葉柄N素濃度於種子充實期均有明顯下降，顯示營養器官 N素有再轉移至種子的現象，與Sinclair and de Wit[19], Egli *et al.*[8] 及Zeiher *et al.*[29] 之結果相符。其中 Egli *et al.*[8] 指出通常大豆營養器官氮素的再轉移對種子N素含量之貢獻約爲20—24%，然而當豆莢充實期N素缺乏時，此值更可提高至60%。

莢果壁N素濃度隨種子之充實而大幅降低，Crookston *et al*[6], Quebedeaux and Cholbet[16] 及Thorne[26] 認爲莢果壁爲種子N素的主要來源之一。再由試驗結果發現種子 N素濃度之變化頗不一致，推測可能由於全株所有種子成熟程度並不一致及取樣時間間隔太長所致，本研究室未發表之報告顯示，對發育中之種子進行密集取樣分析，N濃度介於5.5—6.0%之間，變化甚小。

綜合大豆全生育各部位TNC及N素濃度之變化，推論春作大豆葉片提早老化可能是因葉片 TNC濃度提早下降至低濃度，而降低其生理活性，並導致大量N素無法轉移。期作間 TNC及 N素濃度之變化呈明顯差異，顯示受環境及氣象因子影響頗大，可爲大豆生長易受環境因子影響[2] 之另一證據。一般而言，營養器官內 TNC及N素濃度以春作較夏作高，尤以種子充實期（R5）前更明顯，因此春作植株營養狀況似乎較夏作良好，然而夏作大豆全乾物質及種子生產量却遠較春作高，可見單就植株各部位 TNC 或N素濃度之高低並無法完滿解釋期作間乾物質生產以及產量之差異，可能尚受氣象因子，營養要素之利用或分配效率及其他未知生理原因之影響。

引用文獻

1.王强生、曹文隆、劉大江。1984。大豆植株之乾物質累積與分佈。中華農業研究 33：117～125。

2.盧英權。1953。臺灣大豆品種對栽培季節之適應性。農林學報 2：99—107。

3. Boon-Long, P., D. B. Egli and J. E. Leggett. 1983. Leaf N and photosynthesis during reproductive growth in soybeans. Crop Sci. 23 : 617-620.

4. Boote, K. J., R. N. Gallaher, W. K. Robertson, K. Hinson and L. C. Hammond. 1978. Effect of foliar fertilization on photosynthesis, leaf nutrition and yield of soybeans. Agron. J. 70 : 787-791.

5. Breveden, R. E., D. B. Egli and J. E. Leggett. 1978. Influence of N nutrition on flower and pod abortion and yield of soybeans. Agron. J. 70 : 81-84.

6. Crookston, R. K., J. O'Toole and J. L. Ozbun. 1974. Characterization of the bean pod as a photosynthetic organ. Crop Sci. 14 : 708-712.

7. Dunphy, E. J. and J. J. Hanway. 1976. Water-soluble carbohydrate accumulation in soybean plants. Agron. J. 68 : 697-700.

8. Egli, D. B., J. E. Leggett and W. G. Duncan. 1978. Influence of N stress on leaf senescence and N redistribution in soybeans. Agron. J. 70 : 43-47.

9. Egli, D. B., J. E. Leggett and A. Cheniae. 1980. Carbohydrate levels in soybean leaves during reproductive growth. Crop Sci. 20 : 468-472.

10. Fehr, W. R. and C. E. Caviness. 1977. Stages of soybean development. Special report No. 80, Cooperative Extension Service, Iowa State Univ.

11. Huang, D. D., M. C. Shen, C. S. Chen, and D. J. Liu. 1980. Nitrogen distribution and N-fixing activity of developing soybean (*Glycine max* (L.) Merrill) plant. J. Agri. Res. China 29 : 93-102.

12. Huang. D. D., M. C. Shen, C. S. Chen and D. J. Liu. 1981. Distribution of total nonstructural carbohydrates in soybean plants at stages of development. J. Agri. Res. China 30 : 109-120.

13. Hymowity, T., F. I. Collins, J. Panczner and W. M. Walker. 1972. Relationship between the content of oil, protein and sugar in soybean seed. Agron. J. 64 : 613-616.

14. Kawai, S. and K. Kumagawa. 1982. Relationship between the nitrogen fixation and carbohydrate contents in soybean. Soil Sci. Plant Nutr. 28 : 463-472.

15. Lugg, D. G. and T. R. Sinclair. 1981. Seasonal changes in photosynthesis of field grown soybean leaflets. 2. Relation to nitrogen content. Photosynthetica 15 : 138-144.

16. Quebedeaux, B. and R. Chollet. 1975. Growth and development of soybean (*Glycine max* (L.) Merrill) pods. Plant Physiol. 55 : 745-748.

17. Sesay, A. and R. Shibles. 1980. Mineral depletion and leaf senescence in soybean as influenced by foliar nutrient application during seed filling. Ann. Bot. 45 : 47-55.

18. Sinclair, T. R. and C. T. de Wit. 1975. Comparactive analysis of photosynthate and nitrogen requirements in the production of seeds by various crops. Science 189 : 565-567.

19. Sinclair, T. R. and C. T. de Wit. 1976. Analysis of the carbon and nitrogen limitation to soybean yield. Agron. J. 68 : 319-324.

20. Smith, D. 1969. Removing and analyzing total nonstructural carbohydrates from plant tissue. Wis. Agri. Exp. Sta. Res. Rep. 41. 11pp.

21. Sorensen, R. C. and E. J. Penas. 1978. Nitrogen fertilization of soybean. Agron. J. 70 : 213-216.

22. Stephenson, R. A. and G. L. Wilson. 1977. Patterns of assimilate distribution in soybeans at maturity. II. The time course of changes in 14-C distribution in pods and stem sections. Aust. J. Agri. Res. 28 : 395-400.

23. Streeter, J. G. 1978. Effect of N starvation of soybean plants at various stages of growth on seed yield and N concentrations of plant parts at maturity. Agron. J. 70 : 74-80.

24. Streeter, J. G. and D. L. Jeffer. 1979. Distribution of total nonstructural carbohydrates in soybean

plants having increased reproductive load. Crop Sci. 19 : 729-734.

25. Terman, G. L. 1977. Yields and nutrient accumulation by determinate soybean, as affected by applied nutrients. Agron. J. 69 : 234-238.
26. Thorne, J. H. 1979. Assimilate redistribution from soybean pod walls during seed development. Agron. J. 71 : 812-816.
27. Welch, L. F., L. V. Boon, C. G. Chambliss, A. T. Christiansen, D. L. Mulvaney, M. G. Oldhan and H. W. Pendleton. 1973. Soybean yields with direct and residual N fertilization. Agron. J. 65 : 547-550.
28. Wittenbach, W. A., R. C. Ackerson, R. T. Giaquinta and R. R. Hebert. 1980. Changes in photosynthesis, ribulose bisphosphate carboxylase, proteolytic activity and ultrastructure of soybean leaves during senescence. Crop Sci. 20 : 225-231.
29. Zeiher, C. D., B. Egli, J. E. Leggett and D. A. Reicosky. 1982. Cultivar differences in N redistribution in soybean. Agron. J. 74 : 375-390.

Accumulation and Distribution of Nutrients in Soybeans

I. Changes of TNC and N Concentrations during Plant Development[1]

C. S. Wang, M. L. Wei and D. J. Liu

Summary

Two soybean cultivars, Kaohsiung No . 3 (KS-3) and Shih-Shih (SS), were grown in the summer crop of 1981 and spring crop of 1982 at the experimental farm of Taiwan Agricultural Research Institute. Samples were taken at stages of soybean development. Concentrations of total nonstructural carbohydrates (TNC) and nitrogen (N) were determined on different plant parts including leaf blade, petiole, stem, root, pod wall and seed. TNC concentrations in the vegetative organs were very high and the decreases during seed-filling were also extremely prominent in the spring crop. In view of the lower TNC concentration in the senescing leaf blades and lower grain yield of the spring crop, insufficient supply of photosynthetic assimilates to the seeds was proposed as a result of early leaf senescence. Vegetative organs of soybeans grown in the summer crop had lower N concentrations than those grown in the spring crop. The decreases of N concentration in vegetative organs were apparent during seed-filling period, indicating the redistribution of N from vegetative organs to the seeds. Analysis of leaf blades sampled just before abscission showed N concentration of 2.5% in the summer and as high as 3.6% in the spring crop. The high N concentration in the senesced leaf blades indicated the uneffectiveness of retranslocating N to the developing seeds and the unavailability of N to the maintenance of physiological activities of the leaf blades. Changes of TNC and N concentrations in the two cultivars were similar within crop but were different between crop seasons, suggesting the influences of environmental factors were prominent.

1. Contribution No. 1165 from Taiwan Agricultural Research Institute. Part of a thesis submitted by the senior author in partial fulfillment for the M. S. degree at the Graduate Institute of Food Crops, National Chung-Hsing University.

2. Respectively, assistant agronomist, research assistant and senior agronomist and head, Department of Agronomy, TARI, Wufeng, Taichung Hsien, Taiwan 431, ROC.